บทที่ 4

บทวิจารณ์

การศึกษาหาความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบ ในช่วงหน้าแล้งและในช่วงหน้าฝน พบว่าความเข้มข้นรวมของทั้งตะกั่วและแคดเมียมมีค่าน้อยกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (พ.ศ. 2528) ซึ่งกำหนดให้ตะกั่วมีค่าสูงสุด 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และแคดเมียมมีค่าสูงสุด 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในตัวอย่างน้ำดิบที่เก็บในช่วงหน้าฝนมีค่ามากกว่าในช่วงหน้าแล้ง (ตาราง 6) ปกติในช่วงหน้าฝนมีอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำสูงทำให้เกิดการชะพังทลายของดินและหิน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ตะกั่วและแคดเมียมถูกชะออกมามาก ประกอบกับน้ำมีสภาวะเป็นกรดเพิ่มขึ้น ทำให้ตะกั่วและแคดเมียมแตกตัวเป็นอิออนได้มากขึ้นจึงละลายน้ำได้มากขึ้นด้วย (ตาราง 7)

นอกจากนี้ระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อยตามตำแหน่งที่ตั้งของสถานีโรงกรองประปา คือมีค่ามากที่สุดที่สถานีพระแสง ซึ่งอยู่ต้นน้ำ รองลงมาคือ สถานีเคียนซาและสถานีพุนพิน ซึ่งอยู่ปลายน้ำ ดังนั้นแหล่งที่มาของการปนเปื้อนนั้นน่าจะอยู่ที่ต้นน้ำ ส่วนความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมของสถานีคีรีรัฐนิคมมีค่าสูงบ่งชี้ว่าแหล่งที่มาของการปนเปื้อนน่าจะอยู่ที่ต้นน้ำเช่นเดียวกัน (ตาราง 6)

ความเข้มข้นรวมของตะกั่วในตะกอนโคลนในทุกสถานีโรงกรองมีค่าเกินค่าปกติของตะกั่วในดินทั่วไป (15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)(ตาราง 8) ส่วนความเข้มข้นรวมเฉลี่ยตลอดปีของแคดเมียมในตะกอนโคลนจากสถานีพระแสงและสถานีพุนพิน มีค่าเกินค่าปกติของแคดเมียมในดินทั่วไป (0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนสถานีเคียนซาและสถานีคีรีรัฐนิคม มีค่าความเข้มข้นรวมไม่เกินค่ามาตรฐานแคดเมียมในดินทั่วไป(ตาราง 9) จะเห็นว่าผลรวมของความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลนมีค่าน้อยกว่าค่าความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลน เนื่องมาจากการสูญเสียโลหะบางส่วนจากการล้างตะกอนโคลนในขั้นตอนการแยกลำดับส่วน

การที่พบตะกั่วส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่และมีความเข้มข้นมากสุดที่สถานีพระแสงซึ่งอยู่ต้นน้ำและลดลงมาตามลำดับที่ตั้งของสถานีโรงกรองที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี แม้ว่าความเข้มข้นของรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่เพิ่มขึ้นในสถานีพุนพิน ซึ่งมีที่ตั้งอยู่หลังการบรรจบกันของแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวง แต่ว่าสถานีคีรีรัฐ

นิคมซึ่งอยู่ใกล้ต้นน้ำของแม่น้ำพุมดวง มีความเข้มข้นของรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่สูงเช่นกัน (ตาราง 14) แสดงว่าแหล่งที่มาของการปนเปื้อนน่าจะเกี่ยวข้องกับแหล่งแร่ที่ต้นน้ำของแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวงที่มีการทำเหมืองแร่เก่าหรือเหมืองแร่ที่มีการดำเนินการในปัจจุบัน (แผนที่ประกอบ 2) นอกจากนี้ตะกั่วในผลึกแร่บางส่วนอาจมาจากน้ำทิ้งชุมชนและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุให้รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ของตะกั่วในตะกอนโคลนที่สถานีพุนพินสูงขึ้นกว่าสถานีอื่นๆ

ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนอิออนได้ รูปแบบที่ดูดซับกับคาร์บอเนต รูปแบบที่ดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์มีค่าน้อยในทุกสถานีโรงกรองแต่ความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีของตะกั่วทั้ง 4 รูปแบบในตะกอนโคลนที่เก็บในหน้าแล้งมีความเข้มข้นมากกว่าในหน้าฝนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อาจเป็นเพราะสภาวะความเป็นกรดในน้ำช่วงหน้าฝนทำให้ตะกั่วในรูปตะกอนแขวนลอยละลายน้ำได้มากขึ้น จึงมีความเข้มข้นในตะกอนโคลนลดลงในหน้าฝน

ในช่วงหน้าฝน พบว่าสถานีโรงกรองตลอดแม่น้ำตาปีมีความเข้มข้นรวมของตะกั่วในตะกอนโคลนใกล้เคียงกัน ส่วนสถานีคีรีรัฐนิคมที่ใช้น้ำจากแม่น้ำพุมดวง พบว่ามีความเข้มข้นรวมของตะกั่วสูงกว่าสถานีโรงกรองที่ใช้น้ำจากแม่น้ำตาปี ดังนั้นการที่สถานีพุนพินมีความเข้มข้นรวมของตะกั่วใกล้เคียงกับโรงกรองพระแสงและเคียนซาที่ใช้น้ำจากแม่น้ำตาปี แสดงว่าตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำพุมดวงที่มีความเข้มข้นรวมของตะกั่วสูงถูกเจือจางโดยน้ำในแม่น้ำตาปี จนทำให้ความเข้มข้นรวมของตะกั่วในสถานีพุนพินมีค่าใกล้เคียงกับสถานีพระแสงและสถานีเคียนซาที่ใช้น้ำจากแม่น้ำตาปี

ผลการศึกษาความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของแคดเมียมในตะกอนโคลน พบว่ารูปแบบทางเคมีต่างๆ ของแคดเมียมจะมีการกระจายตัวในช่วงหน้าฝนมากกว่าช่วงหน้าแล้ง โดยเฉพาะรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ พบว่าในหน้าฝนจะมีความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีดังกล่าวมากกว่าในช่วงหน้าแล้งอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

ในช่วงหน้าแล้ง ไม่พบแคดเมียมในรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ แต่พบรูปแบบทางเคมีที่สามารถแพร่กระจายเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้(bioavailable) ในทุกสถานีโรงกรองซึ่งมีความเข้มข้นน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างตะกอนโคลนที่เก็บในช่วงหน้าฝน โดยเฉพาะรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์และรูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ พบว่ามีอัตราส่วนเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงหน้าแล้งอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในช่วงหน้าฝนพบรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์มากที่สุด ส่วนรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายใน

ผลึกแร่มีความเข้มข้นมากสุดที่สถานีพระแสงมีค่า 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 43 ของปริมาณรวมทั้งหมด) ส่วนรูปแบบทางเคมีที่สามารถแพร่กระจายเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้ (bioavailable) มีความเข้มข้นสูงที่สถานีเคียนซาที่ใช้น้ำจากแม่น้ำตาปีและสถานีคีรีรัฐนิคมที่ใช้น้ำจากแม่น้ำพุมดวง ซึ่งทั้งสองสถานีโรงกรองไม่พบแคดเมียมในรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ อาจกล่าวได้ว่า แคดเมียมในตะกอนโคลนไม่ได้มาจากเหมืองแร่ ยกเว้นที่สถานีพระแสงซึ่งมีรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่สูงสุด ส่วนที่สถานีอื่นมาจากของเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมและพื้นที่การเกษตรมากกว่า เพราะมีรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ต่ำ ดังนั้นในหน้าฝนน้ำจะชะของเสียเหล่านี้ออกมาได้มากกว่าในหน้าแล้ง แม้ว่ารูปแบบทางเคมีที่สามารถแพร่กระจายเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้(bioavailable) จะมีความเข้มข้นน้อยก็นับเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องให้ความสนใจและเฝ้าติดตาม เพราะรูปแบบทางเคมีดังกล่าวสามารถเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้ง่าย

ในช่วงหน้าแล้ง พบว่าความเข้มข้นรวมของแคดเมียมมีค่าสูงสุดในสถานีพระแสง (0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แล้วลดความเข้มข้นลงมาทางปลายน้ำแต่สถานีคีรีรัฐนิคมมีความเข้มข้นรวมของแคดเมียมสูงเช่นกัน (0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)(ตาราง 9) แสดงว่า แม่น้ำพุมดวงได้รับแคดเมียมสูงเช่นกัน อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของแคดเมียมในตะกอนโคลนของสถานีพุนพินยังคงมีค่าใกล้เคียงกับสถานีเคียนซา ในช่วงหน้าฝนพบว่าสถานีพระแสงและสถานีพุนพินมีความเข้มข้นรวมของแคดเมียมในตะกอนโคลนมากสุด (ตาราง 9) แต่เนื่องจากสถานีคีรีรัฐนิคมมีแคดเมียมในตะกอนโคลนน้อยมาก ดังนั้นความเข้มข้นรวมของรูปแบบทางเคมีที่เพิ่มสูงขึ้นในสถานีพุนพินน่าจะมาจากการปล่อยน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำทิ้งจากชุมชนในอำเภอพุนพินเองเนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งชุมชนและมีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่น

ในการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าสภาวะความเป็นกรดเบสของน้ำ ในช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝนมีค่าแตกต่างกัน โดยในช่วงหน้าฝนมีความเป็นกรดมากกว่า (ตาราง 7) ในช่วงหน้าแล้งน้ำมีสภาวะค่อนข้างเป็นเบส ตะกั่วที่อยู่ในรูปแบบที่สามารถดูดซับกับคาร์บอเนตและรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์มีความสัมพันธ์กับสภาวะน้ำที่ค่อนข้างเป็นเบสอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)(ตาราง 16) เนื่องจากในแหล่งน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-เบส(pH) ต่ำโลหะส่วนใหญ่จะคงอยู่ในมวลน้ำ ในขณะที่ถ้าค่าความเป็นกรด-เบสสูงขึ้น(pH > 7 สำหรับแคดเมียม นิเกิลและสังกะสี และ pH > 6 สำหรับตะกั่ว) โลหะหนักจะถูกดูดซับ (absorb) ไว้บนอนุภาคทำให้เกิดการแยกตัวออกจากมวลน้ำด้วยกระบวนการที่เรียกว่า "การตกตะกอนร่วม" (co-precipitation) (Paul, DePinto and Lick, 1994) พบว่ารูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่จะมีความสัมพันธ์กับสภาวะความเป็นกรด-เบสมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)(ตาราง 18) ส่วนความสัมพันธ์ของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วกับอุณหภูมิ พบว่ารูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยน

อิออนได้มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในช่วงหน้าแล้งสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)(ตาราง 16) และในช่วงหน้าฝนอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นพบว่ารูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับสภาพอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)(ตาราง 19) เช่นเดียวกัน

สภาวะความเป็นกรด-เบสมีผลต่อบางรูปแบบทางเคมีของแคดเมียม พบว่ารูปแบบที่สามารถดูดซับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์มีความสัมพันธ์กับสภาวะความเป็นกรด-เบสอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)(ตาราง 17 และ 19) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นพบว่ามีผลต่อรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)(ตาราง 19) อุณหภูมิก็มีผลต่อรูปแบบทางเคมีของโลหะหนักด้วย เพราะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบทางเคมีของโลหะหนักจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ พบว่าถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียสโลหะหนักจะมีอัตราปฏิกิริยาทางชีวเคมีเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และจะมีผลต่อกระบวนการของแบคทีเรียด้วย ในสภาวะธรรมชาติโลหะหนักจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และอยู่ในสภาวะสมดุล(Luoma, 1983) ดังนั้นถ้าสภาพแวดล้อมมีสภาวะความเป็นกรดและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตในที่สุด

จากการประเมินความเสี่ยงอันตรายที่อาจจะเกิดกับสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศและมนุษย์ พบว่า ระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบและในตะกอนโคลน ไม่มีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศและมนุษย์ แต่อย่างไรก็ตามการติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังสภาพแวดล้อมของแม่น้ำตาปี – พุมดวงก็ยังมีความจำเป็นอยู่